



**METODOLOGÍA PARA LA  
DETERMINACIÓN DEL PRECIO MAXIMO  
INTERMEDIO DE VENTA DE COMBUSTIBLES  
LÍQUIDOS DE LAS EMPRESAS  
DISTRIBUIDORAS MAYORISTAS A LAS  
EMPRESAS DISTRIBUIDORAS MINORISTAS**

## INDICE

<b>1. ANTECEDENTES Y MARCO NORMATIVO.....</b>	<b>4</b>
<b>2. COMPOSICIÓN DEL PMI .....</b>	<b>5</b>
<b>3. COMPONENTE DE COSTO DE FLETE SECUNDARIO .....</b>	<b>5</b>
<b>4. COMPONENTE DE MARGEN DE COMERCIALIZACIÓN .....</b>	<b>7</b>
<b>5. COMPONENTE DE COSTOS DE INVERSIÓN Y MANTENIMIENTO EN TANQUES Y SURTIDORES EN LOS PUESTOS DE VENTA MINORISTAS.....</b>	<b>8</b>
<b>6. ACTUALIZACIÓN ANUAL.....</b>	<b>8</b>
<b>7. REVISIÓN METODOLÓGICA.....</b>	<b>10</b>
<b>8. ANEXOS .....</b>	<b>10</b>
<b>ANEXO I – FLETE SECUNDARIO - METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DEL COSTO MEDIO DE TRANSPORTE.....</b>	<b>11</b>
1. Requerimiento de ingresos por camión cisterna .....	11
2. Determinación del plan de entregas diarias.....	15
3. Determinación de rutas de entrega de lotes programados .....	18
4. Tiempos de atención y cantidad de camiones cisterna .....	20
5. Costos variables de la distribución secundaria .....	22
6. Determinación del cargo medio de flete por unidad de volumen.....	26
<b>ANEXO II – FLETE SECUNDARIO - PREMISAS PARA EL CÁLCULO .....</b>	<b>28</b>
1. Costos fijos y variables por camión cisterna.....	28
a. Costos operativos .....	28
b. Depreciación .....	28
c. Rendimiento .....	29

d. Impuestos .....	29
2. Determinación de lotificación para definir el plan de entregas diarias .....	29
3. Tiempos de atención de la lotificación óptima diaria con camiones cisterna .....	29
4. Costos variables de la distribución secundaria .....	30

### **ANEXO III - FLETE SECUNDARIO - VALORES IMPUTADOS, RESULTADOS INTERMEDIOS Y FINALES..... 31**

1. Requerimiento de ingresos por camión cisterna .....	31
a. Costos operativos .....	31
b. Depreciación .....	31
c. Rendimiento .....	31
d. Impuestos .....	32
e. Requerimiento de ingresos .....	32
2. Determinación de lotificación para definir plan de entregas diarias .....	33
3. Determinación de Rutas de entrega de lotes programados .....	33
4. Tiempos de atención y cantidad de camiones cisterna .....	34
5. Costos variables de la distribución secundaria .....	35
6. Determinación del cargo medio de flete por unidad de volumen.....	37

### **ANEXO IV – COEFICIENTES APLICABLES EN LA FÓRMULA DE ACTUALIZACIÓN DEL MARGEN MAYORISTA ..... 38**

## 1. Antecedentes y marco normativo

Por el artículo 237 de la ley N° 19.889, del 9 de julio de 2020, se le encomendó al Poder Ejecutivo la realización de una reforma del mercado de petróleo crudo y derivados.

A la Unidad Reguladora de Servicios de Energía y Agua (Ursea) le compete la regulación y control en materia de importación, refinación, transporte, almacenamiento y distribución de petróleo, combustibles y otros derivados de hidrocarburos, de acuerdo a lo establecido por la ley N° 17.598 de 13 de diciembre de 2002, en la redacción dada por los artículos 238 y siguientes de la Ley N° 19.889, por los artículos 715 y 716 de la Ley N° 19.924, de 18 de diciembre de 2020 y por los artículos 171 y 172 de la Ley No. 19.996, de 3 de noviembre de 2021.

Corresponde destacar que, de acuerdo a lo establecido en el artículo 235 de la mencionada Ley 19.889, el Poder Ejecutivo, aprobará el precio de venta de los diferentes combustibles producidos por Ancap, con entrega en cada una de sus plantas de distribución, (en adelante referido como “Precio ex Planta” o “PEP”); a partir del cual la Ursea determinará el Precio Máximo Intermedio (en adelante referido como “PMI”), que será el precio máximo al cual los distribuidores mayoristas podrán vender los combustibles a los puestos de venta minorista (estaciones de servicio). Considerando lo anterior, el Poder Ejecutivo aprobará los precios máximos de venta al consumidor final de los derivados del petróleo comercializados a través de las estaciones de servicio.

Lo estipulado en el artículo 237 de la Ley N° 19.889 fue reglamentado por el decreto 137/021, de 10 de mayo de 2021 (en la redacción dada por el artículo 2 del decreto N° 403/021, de 10 de diciembre de 2021 y del decreto N° 451/021 de 29 de diciembre de 2021), que exhortó a la Ursea, en su artículo 1 literal d) a que regule incluyendo una *“Metodología que aplicará la Unidad Reguladora de Servicios de Energía y Agua para determinar técnicamente un precio máximo de venta de combustibles líquidos de las empresas distribuidoras a las estaciones de expendio que integran su red”*, y por el artículo 3 de la misma norma se exhortó al regulador a la realización de un estudio de revisión de precios, con criterio de razonable eficiencia, en la venta de combustibles por parte de las distribuidoras a los operadores de estaciones de expendio (distribución secundaria).

Por el decreto N° 201/021 de 28 de junio de 2021 se definió el PEP como *“Precio En Planta de distribución de combustibles líquidos suministrados por la Administración Nacional de Combustibles, Alcohol y Portland (ANCAP)”*, y el PI como *“Precio Máximo Intermedio de venta de las distribuidoras a los operadores de estaciones de expendio (distribución secundaria) dentro de su red”* (artículo 1°).

De forma transitoria, por la Resolución del Directorio de la Ursea N° 141/021, de fecha 29 de junio de 2021, y de conformidad con la normativa antes referida, se aprobó la Metodología para la fijación de un precio máximo transitorio de venta de combustibles de las empresas distribuidoras a los operadores de estaciones de expendio de combustibles de su red, que reflejaba razonablemente las condiciones al momento de su aprobación, y que ha regido desde el 1° de julio de 2021 y hasta la determinación del nuevo PMI.

Corresponde en esta instancia poner en Consulta Pública la Metodología para la determinación del nuevo PMI, de acuerdo a lo dispuesto en el literal d) del artículo 1 y el artículo 3 del decreto 137/021, y a los cometidos de la Ursea.

## 2. Composición del PMI

El PMI queda definido sumando al PEP un Margen de Distribución Mayorista (en adelante “MMA”) y los impuestos y tasas que correspondan:

$$\text{PMI} = \text{PEP} + \text{MMA} + \text{tasas e impuestos}$$

Para el cálculo del MMA, es menester reconocer los aspectos comprendidos en esta actividad. Por una parte comprende un componente por costo del flete secundario desde las plantas de despacho a los puestos de venta minorista, y por otra parte debe considerarse un margen comercial por el resto de las actividades comprendidas en la distribución mayorista:

$$\text{MMA} = \text{CFDS} + \text{Mcom} + \text{IMTS}$$

Donde

CFDS es el componente por costo del flete de la distribución secundaria (\$/l).

MCom es el margen comercial de la distribución mayorista (\$/l).

IMTS es el componente por costos de inversión y mantenimiento en tanques y surtidores en los puestos de venta minoristas.

En las secciones siguientes y Anexos se detalla el cálculo de estos componentes.

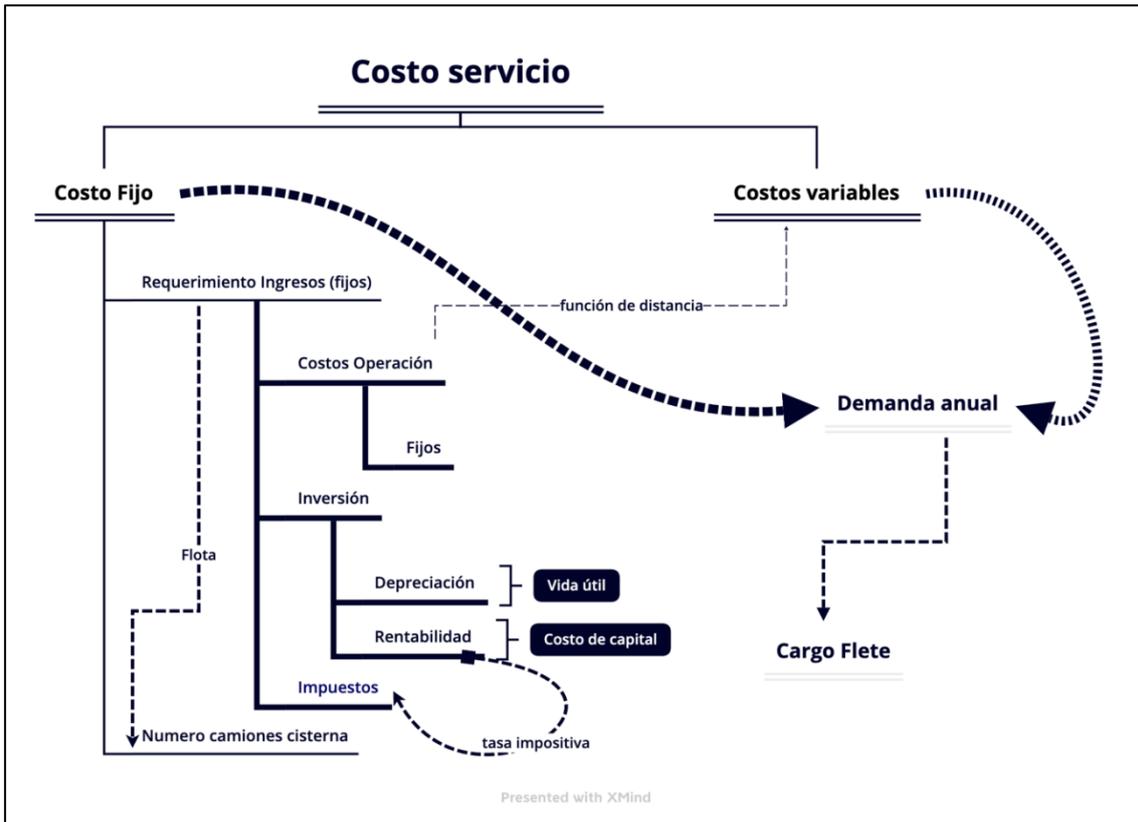
## 3. Componente de costo de flete secundario

El componente de costo de flete por volumen transportado de combustibles líquidos (costos volumétricos) asociado a la distribución secundaria es determinado a partir de un enfoque operativo que calcula el costo de servicio de la flota de camiones cisterna.

Este enfoque se basa en calcular el requerimiento de ingresos típico para el transportista, el cual debe cubrir sus inversiones con un cierto nivel de rentabilidad asociado y la correspondiente depreciación de los activos, así como los gastos en operación, administración y mantenimiento, en un período de referencia.

La figura debajo detalla los componentes bajo un esquema de costo de servicio que deben considerarse para determinar los costos de transporte mencionados.

Ilustración 1

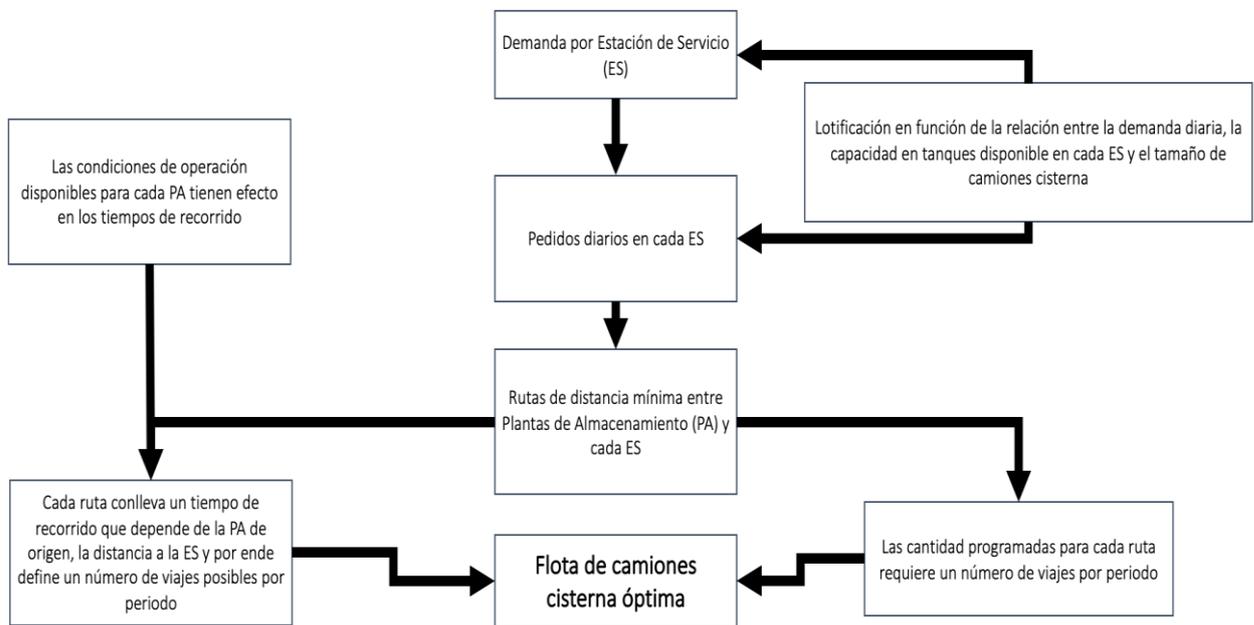


Un primer paso en el estudio de un costo por volumen transportado de combustibles es estimar el requerimiento de ingresos asociado a la inversión y a los costos fijos de operación de un camión cisterna que es dedicado al transporte de combustibles líquidos. En segundo lugar, se estiman los viajes necesarios para distribuir el total de la demanda anual. A partir de los resultados anteriores, se calcula el costo agregado del flete de combustibles. Adicionalmente, se calcula un costo volumétrico de transporte que resulta de ese costo agregado dividido entre la demanda anual.

El costo agregado de la logística secundaria y la asignación de costos al volumen transportado es obtenido a partir de la simulación de un programa de entregas de lotes. Estos lotes son determinados de acuerdo con una estrategia de abastecimiento que toma en cuenta conjuntamente la demanda diaria, la capacidad de los vehículos de transporte de combustibles, la capacidad de almacenamiento en los tanques de las estaciones de servicio y las rutas existentes desde las plantas de almacenamiento habilitadas.

Estos conceptos se pueden visualizar en la ilustración 2 debajo.

Ilustración 2



El costo agregado de atender tal programa de entregas en lotes de manera eficiente es asignado a todo el volumen transportado para atender la demanda del total de las estaciones de servicio en un periodo de referencia dado.

En el Anexo I se detallan los pasos que sigue la metodología para arribar a un costo por volumen de transporte de combustibles líquidos en la distribución secundaria (CFDS).

#### 4. Componente de margen de comercialización

El margen de comercialización cubre las actividades que realiza la Distribuidora Mayorista en el cumplimiento de sus obligaciones como empresa regulada, incluyendo las actividades de coordinación de logística para entrega de combustibles, contratación de fletes, supervisión de aspectos de seguridad y ambientales en su red de puestos de venta, entrenamiento de personal propio y de Distribuidores Minoristas, gastos de comercialización, publicidad de marca, funcionamiento general y soporte.

En un mercado competitivo, las actividades comerciales procuran aumentar el volumen de ventas, mediante promoción de su marca, diferenciación de producto y calidad en el servicio. Las actividades ejecutadas por su personal están orientados a tales propósitos. Habitualmente, y en especial en mercados con precios liberados, el margen comercial es función de la organización del mercado, sin una estructura de costos rígida reconocible ni una rentabilidad garantizada. En este sentido se considera que establecer para esta componente como metodología de aplicación una solución “cost-plus” no propende a incentivar mayor eficiencia en las actividades.

Para el cálculo del margen de comercialización, se tomará como base el porcentaje correspondiente a ese componente de costo para productos “blancos” (gasolinas y gasoils) que históricamente se aplicó (de acuerdo a la Resolución del Directorio de ANCAP N° 949/12/2019, de fecha 12 de diciembre de 2019).

El porcentaje mencionado es de 37% y será aplicado al valor incluido como margen en el Precio Máximo Intermedio Transitorio fijado por la URSEA.

Al resultado del cálculo se adicionará un componente representativo del costo financiero del capital de trabajo empleado.

Se considera que el Distribuidor Mayorista paga contado el suministro a ANCAP, y demora 7 días calendario en cobrar la venta a los Distribuidores Minoristas.

Para dicho cálculo se considerará la tasa de interés activa para empresas del rubro comercio y servicios del Banco Central del Uruguay, promedio del último año disponible.

## 5. Componente de costos de inversión y mantenimiento en tanques y surtidores en los puestos de venta minoristas

De acuerdo al Anexo V se determinan los costos totales de inversión, operación y mantenimiento de los puestos de venta minoristas, distinguiendo el componente asociado a los tanques y surtidores (IMTS).

## 6. Actualización anual

El Margen Mayorista será ajustado anualmente por indexación de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$MMa_n = MMa_0 * \left[ A * \left( \frac{IPC_n}{IPC_0} \right) + B * \left( \frac{PPI_n}{PPI_0} \right) * \left( \frac{TC_n}{TC_0} \right) + C \left( \frac{PGO_n}{PGO_0} \right) * + D * \left( \frac{IMS_n}{IMS_0} \right) \right]$$

Donde:

$MMa_n$ : Valor ajustado del Margen Mayorista (en \$/litro)

$MMa_0$ : Primer valor del Margen Mayorista aplicable al inicio de la vigencia de esta metodología (en \$/litro)

A, B, C, y D, coeficientes ponderadores que se definen en el Anexo IV.

IPC: Índice de precios al consumo (base diciembre 2010) publicado en la página web del Instituto Nacional de Estadísticas:

$IPC_0$ : Promedio de índice de precios al consumo de los últimos doce meses disponibles a la fecha de vigencia de aplicación de la metodología.

$IPC_n$ : Promedio de índice de precios al consumo de los últimos doce meses disponibles a la fecha de ajuste.

$PPI$ : Índice de Precios al Productor (Producer Price Index) de EEUU publicado por el Bureau of Labor Statistics of USA en su web ("Series Id. PCUOMFG--OMFG--").

$PPI_0$ : Valor promedio del PPI de los últimos doce meses disponibles a la fecha de vigencia de aplicación de la metodología.

$PPI_n$ : Promedio aritmético de los valores mensuales de los últimos doce meses disponibles a la fecha de ajuste.

$TC$ : Cotización del dólar estadounidense interbancario billete comprador expresado en \$U/USD publicado en la página web del Instituto Nacional de Estadísticas.

$TC_n$ : Promedio aritmético de los valores promedios mensuales de los últimos doce meses disponibles a la fecha del ajuste.

$TC_0$ : Valor promedio del TC de los últimos doce meses disponibles a la fecha de vigencia de aplicación de la metodología.

$IMS$ : Índice Medio de Salarios, Publicado por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE).

$IMS_n$ : Promedio aritmético de los valores mensuales de los últimos doce meses disponibles a la fecha de ajuste.

$IMS_0$ : Valor promedio del IMS de los últimos doce meses disponibles a la fecha de vigencia de aplicación de la metodología.

$PGo$ : Precio medio del Gas Oil común sin impuestos expresado en \$U/litro, publicado por la Dirección Nacional de Energía en su página web en la serie estadísticas de petróleo y derivados.

$PGo_n$ : Promedio aritmético de los valores mensuales de los últimos doce meses disponibles a la fecha de ajuste.

$PGo_0$ : Valor promedio del PGo de los últimos doce meses disponibles a la fecha de vigencia de aplicación de la metodología

Nota aclaratoria: se considerarán como últimos valores disponibles de las series de datos de cada componente, los publicados al día 10 del mes previo a la entrada en vigencia del valor actualizado.

## 7. Revisión metodológica

La URSEA realizará una revisión integral de ambos componentes de costo cada 4 (cuatro) años.

La revisión comprenderá la actualización de las diferentes premisas de cálculo, tanto para los costos de inversión y operativos involucrados como para las condiciones de logística en general: operación, demanda, configuración de los puntos de venta y plantas de abastecimiento.

## 8. Anexos

Anexo I – Flete secundario - Metodología para la determinación del costo medio de transporte

Anexo II – Flete secundario - Premisas para el cálculo

Anexo III – Flete secundario - Valores imputados, resultados intermedios y finales

Anexo IV – Margen mayorista - Coeficientes aplicables en la fórmula de actualización

Anexo V – Componentes de costo de la etapa de puesto de venta (en documento separado)

## ANEXO I – Flete secundario - Metodología para la determinación del costo medio de transporte

El método consiste en determinar costo total del servicio de transporte para asignarlo a una cantidad de combustible demandada en la actividad regulada. En este proceso, el requerimiento de ingresos se estima para un periodo de referencia y considera tanto la recuperación de la inversión, con un retorno razonable, como los costos de operación y mantenimiento.

### 1. Requerimiento de ingresos por camión cisterna

En el transporte por medio de camiones cisterna, los costos del servicio están directamente relacionados con la inversión en vehículos (Capex) y la operación regular de cada vehículo (Opex). El efecto principal de la inversión queda reflejado en la depreciación de cada unidad con el pasar del tiempo. Con este principio, el valor de la inversión es recuperada gradualmente. En cuanto a la operación, las categorías destacadas están relacionadas con el mantenimiento, los neumáticos, el costo laboral y el consumo de combustible.

Una vez adquirido (o alquilado) un camión cisterna, el mero paso del tiempo implica un costo independientemente de su utilización. Por lo tanto, en las decisiones relacionadas con lograr un transporte eficiente, los costos de inversión que ocurren en un momento específico deben ser distribuidos en función del tiempo durante un periodo acotado. En cuanto a la operación, algunos elementos ocurren por el simple paso del tiempo (por ejemplo, los seguros) y otros son dependientes de la utilización del vehículo, medida en distancia recorrida o tiempo de operación efectiva.

Para la determinación del valor de cargos los costos se agrupan en categorías relacionadas con variables operativas. Los costos fijos serán los asociados con el mero transcurrir del tiempo, mientras que los variables son función de la utilización de los vehículos medida en función de distancias recorridas.

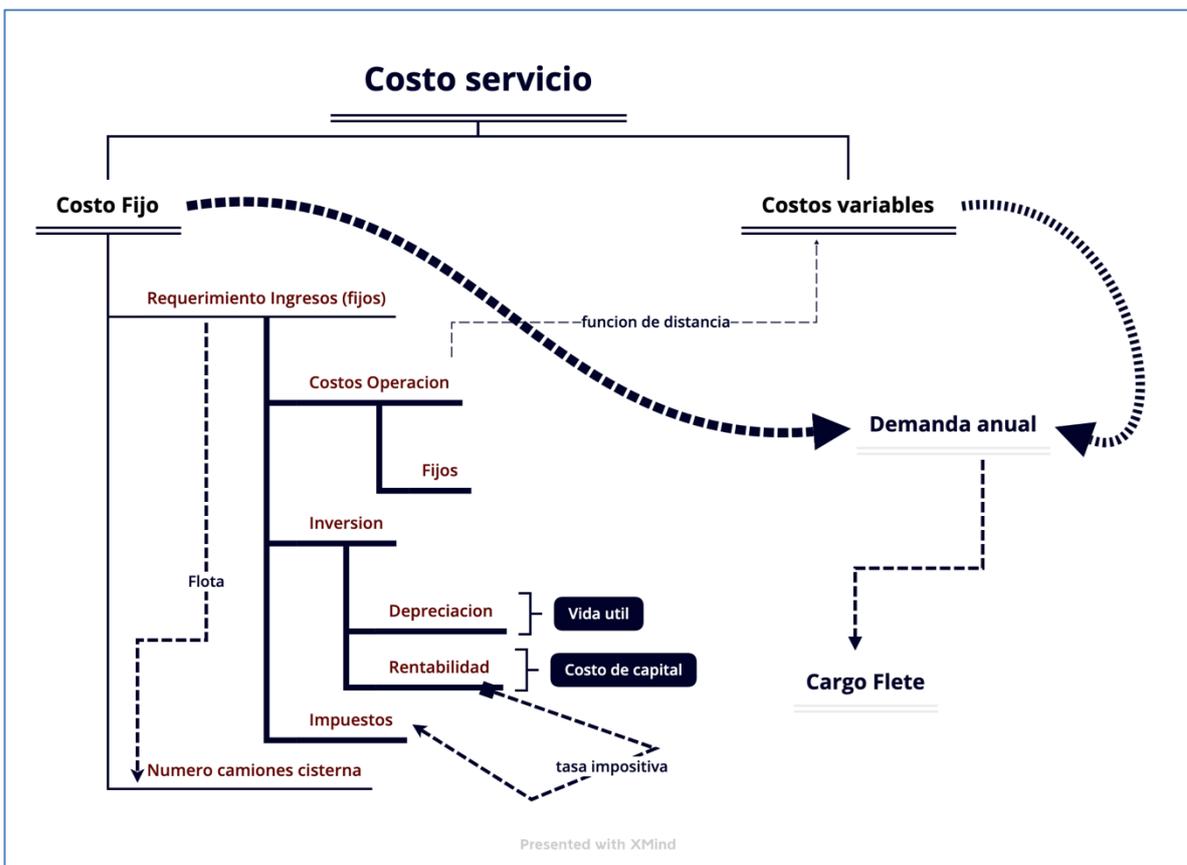
Costos fijos	Costos variables
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costos asociados con el camión cisterna.</li> <li>• Costos fijos de mantenimiento del camión cisterna.</li> <li>• Gastos de seguros del camión y equipos.</li> <li>• Gastos de supervisión de equipos relacionados.</li> <li>• Gastos administrativos (oficinas, comunicaciones, tecnologías de la información).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costos de combustibles.</li> <li>• Costos asociados al salario y beneficios de conductores de camiones cisterna.</li> <li>• Costos variables de mantenimiento del camión cisterna.</li> <li>• Costos de neumáticos.</li> </ul>

A partir de estos elementos y categorías es posible determinar los componentes del costo de la prestación del servicio de transporte realizado en camiones cisterna. Este costo de servicio representa el dinero que una empresa dedicada a transportar combustibles necesita en condiciones normales y con la adquisición de insumos de

acuerdo con las prácticas prudentes de la industria del transporte. El costo de oportunidad del capital se incluye como una rentabilidad sobre la inversión.

La relación conjunta de estos elementos puede ser comprendida a partir del esquema siguiente:

Ilustración 3



El modelo de cálculo considera períodos divididos en intervalos de tiempo de distinta longitud: intervalos de decisión de un mes para el estudio de costos de capital e intervalos de un día para el estudio de la logística de entregas de combustible de la distribución secundaria.

### Requerimiento de ingresos fijos

Para calcular un requerimiento anual de ingresos, se comienza definiendo el requerimiento de ingresos *fijos*  $RI_t$  de un camión cisterna en el tiempo  $t$ , que queda definido con la ecuación siguiente:

Ecuación 1

$$RI_t = \text{fijo} OPEX_t + DEP_t + REND_t + TAX_t$$

Donde:

$t$  indica el intervalo de subdivisión del período de estudio, que en el contexto del requerimiento de ingresos es un mes.

$\text{fijo} OPEX_t$  son los costos de operación, de mantenimiento y gastos administrativos **fijos** de un camión cisterna para la distribución secundaria de combustibles, en el tiempo  $t$ . Estos costos son aquellos que son incurridos independientemente de la distancia recorrida, de las horas de manejo o del volumen transportado.

$DEP_t$  es la depreciación en el periodo  $t$  calculada a partir de la diferencia entre el valor inicial de la inversión relacionada con el camión cisterna para la *distribución secundaria*, su valor de rescate y el efecto de una tasa de depreciación lineal que depende de la vida útil técnica del equipo.

$REND_t$  es el rendimiento sobre el valor neto de la inversión para la *distribución secundaria* en el periodo  $t$ . Este resulta del producto de la tasa del costo promedio ponderado del capital por el valor de la inversión menos la depreciación acumulada.

$TAX_t$  es el valor de los impuestos relacionados con el rendimiento a la inversión.

Se asume una **depreciación** lineal, y su valor en cada periodo  $t$  queda determinado en la ecuación siguiente:

Ecuación 2

$$DEP_t = \delta * (dsI_0 - dsI_s)$$

Donde:

$I_0$  es el valor inicial de la inversión en el camión cisterna.

$I_s$  es el valor de salvamento del camión cisterna.

$\delta$  es la tasa de depreciación asociada al camión cisterna. Esta tasa está definida por la siguiente ecuación:

Ecuación 3

$$\delta = \frac{1}{12 * vu}$$

Donde:

$vu$  es la vida útil de los activos para la distribución secundaria, expresada en años.

El costo de capital utilizado para calcular el **rendimiento** se obtiene mediante el cálculo de una tasa de costo promedio ponderado de todas las fuentes de capital a largo plazo para la distribución secundaria, también conocido como WACC por sus siglas en inglés (Weighted Average Cost of Capital). Esta tasa se obtiene promediando, de forma ponderada, el costo de las distintas fuentes de financiamiento según la estructura de capital que se determine, pudiendo estar compuesta por capital propio y/o deuda.

La ecuación empleada para el cálculo de esta tasa es la que se presenta a continuación:

Ecuación 4

$$WACC = \omega * i + (1 - \omega) * ROE$$

Donde:

$\omega$  es la participación de deuda en la adquisición del camión cisterna dedicado a la *distribución secundaria*.

$i$  es la tasa de interés de la deuda en la adquisición del camión cisterna dedicado a la *distribución secundaria*.

$ROE$  es la tasa del rendimiento del capital propio o *equity* propia de la *distribución secundaria*.

El comportamiento a lo largo del tiempo del rendimiento sobre el valor neto del camión cisterna queda expresado en la siguiente ecuación:

Ecuación 5

$$REND_t = WACC * \left( I_o - \sum_{k=0}^{t-1} DEP_k \right)$$

Donde:

$WACC$  es el costo promedio ponderado del capital, descrito en la Ecuación 4.

**Los impuestos** relacionados con el rendimiento a la inversión cambian a lo largo del tiempo en función del valor calculado por el rendimiento y la tasa impositiva vigente.

Si bien es posible que la actividad de transportar petrolíferos conlleve otros impuestos locales y el pago de derechos, su aplicabilidad particular dificulta las estimaciones generales, por lo que no son incluidas en el cómputo descrito en la siguiente ecuación.

Ecuación 6

$$TAX_t = REND_t * \frac{\tau}{(1 - \tau)}$$

Donde:

$\tau$  es la tasa impositiva.

Con los elementos anteriores se construye el requerimiento de ingresos mensual  $RI_t$  asociado a la inversión y los costos fijos de operación de un camión cisterna dedicado al transporte de petrolíferos. Debido a que existe un efecto de la depreciación en el valor neto del camión cisterna y por ende en el rendimiento asociado a este activo, el costo de servicio de cada camión es nivelado para un periodo de referencia de  $T$  meses. En este cálculo, el valor remanente del camión cisterna es descontado como un valor de rescate anticipado al final de la vida útil. La tasa de descuento utilizada es la tasa mensual del costo promedio ponderado de capital.

Ecuación 7

$$RI_{mensual}^{nivelado} = \frac{\sum_{t=1}^T \frac{RI_t}{(1 + WACC)^t} - \frac{(I_0 - \sum_{t=1}^T DEP_t)}{(1 + WACC)^T}}{\sum_{t=1}^T \frac{1}{(1 + WACC)^t}}$$

Ecuación 8

$$RI_{anual}^{nivelado} = 12 * RI_{mensual}^{nivelado}$$

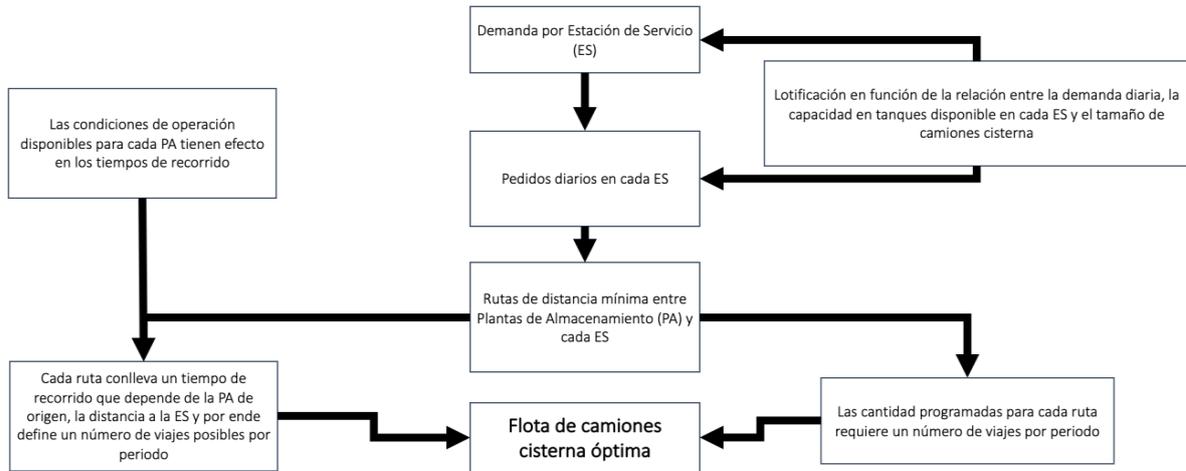
Este requerimiento de ingresos fijos corresponde a un único camión cisterna. A partir de este elemento económico se calcula el costo agregado del flete de petrolíferos al multiplicarlo por el número de camiones necesarios en operación para distribuir el total de la demanda anual.

En las secciones siguientes se determina el número necesario de camiones cisterna.

## 2. Determinación del plan de entregas diarias

En la operación cotidiana, la utilización eficiente de una flota determinada de vehículos dedicados al transporte de petrolíferos conlleva la mayor cantidad de viajes, con las rutas de distancia mínima a recorrer junto con el mayor volumen de carga posible. Una operación eficiente de la industria de transporte implica la existencia de una flota de vehículos estrictamente necesaria para atender la demanda de los usuarios en todo momento y en todo lugar. La cantidad de viajes es optimizada con las rutas de entrega de mínima distancia.

Ilustración 4



Para la determinación de las entregas se emplea un intervalo de tiempo diario, indicado por  $t$ .

En este modelo la cantidad demandada  $DEM_t^i$  es un dato, que cambia en el tiempo  $t$  y es diferente en cada estación de servicio  $i$ .

El tamaño de la flota de camiones en cada período  $t$  se determina a partir del número de viajes necesario en los días de operación efectiva, teniendo en cuenta la estacionalidad, la dispersión geográfica y la distribución heterogénea de los consumos.

El número de viajes en cada período  $t$  se determina en base a una **programación de las entregas** a cada estación, teniendo en cuenta el volumen de almacenamiento en los tanques de la estación y la capacidad de transporte de los camiones.

La capacidad típica de las cisternas se considera de  $K$  m<sup>3</sup> repartidos en  $n_\kappa$  compartimentos de  $\kappa$  m<sup>3</sup> como queda definido en la siguiente ecuación:

Ecuación 9

$$K = n_\kappa * \kappa$$

La programación considera la entrega de lotes de tamaño y con frecuencia suficientes para abastecer la demanda diaria cumpliendo las restricciones operativas. Se trata de usar al máximo la capacidad de almacenamiento de cada estación  $i$  ( $\tau_i$ ), y en la medida de lo posible, que los lotes sean múltiplos del tamaño  $\kappa$  de los compartimentos. Se distinguen los **días normales**, en que puede haber entrega el día siguiente, y los **días especiales** en los que no hay entrega el día siguiente (porque no funcionan las plantas de despacho).

En cada estación de servicio  $\varepsilon_i$  se define una sucesión de entregas de lotes  $\lambda_t^i$  en cada tiempo  $t$ . Tal sucesión, junto con la sucesión correspondiente a la demanda diaria determina la sucesión de inventarios de cada estación de servicio, según la ecuación siguiente:

Ecuación 10

$$INV_t^i = INV_{t-1}^i - DEM_t^i + \lambda_t^i$$

El inventario que sirve para atender la demanda de cada día, incluidos aquellos en los que no hay operación en las plantas de almacenamiento, enfrenta la restricción siguiente:

Ecuación 11

$$0 \leq INV_t^i \leq \tau_i$$

Para la programación de entregas es importante la relación entre el volumen de ventas y la capacidad de almacenamiento en las estaciones de servicio. Es necesario conocer ese indicador para asegurar la consistencia de los datos del modelo. La variable definida en la siguiente ecuación mide la capacidad, en días, de los tanques en cada estación de servicio de admitir un volumen equivalente a la demanda diaria pico del año:

Ecuación 12

$$\alpha^i = \frac{\tau_i}{\max_{sobre t}(DEM_t^i)}$$

Cuando es posible, el volumen de los lotes tiene en cuenta el espacio disponible en tanques, medido con la variable  $\beta_t^i$ , con la definición siguiente:

Ecuación 13

$$\beta_t^i = \tau_i - INV_t^i$$

El tamaño de los lotes considera el espacio disponible al final del día  $t-1$  y el volumen a consumir en el día  $t$ . En los días normales los pedidos  $\lambda_t^i$  pueden ajustarse a la baja para ser una cantidad entera de compartimentos de camiones cisterna.

Se considera una entrega solo cuando el inventario al final del día anterior quede por debajo de un umbral  $\gamma_t^i$ , que en los días normales es de 2 días de demanda (si se supera el umbral hay combustible suficiente para el consumo del día corriente y para atender la demanda del día siguiente en caso de que el arribo de un pedido en aquel día ocurra al final de la jornada). El umbral se define en la siguiente ecuación, donde se usa como demanda diaria de referencia la demanda máxima del año para la estación  $i$  a efectos de tener un umbral fijo, válido a lo largo del año para la estación  $i$ ,

Ecuación 14

$$\gamma_t^i = 2 * \max_{sobre t}(DEM_t^i)$$

En los **días especiales**, el umbral puede corresponder a 3 o 4 días de demanda, dependiendo de si la cantidad de días siguientes sin combustible sea 1 o 2 (es el caso del sábado si no hay entrega el domingo, o del viernes si no hay entrega ni sábado ni domingo). En estos días, se debe cambiar el coeficiente 2 en la Ecuación 14 por la cantidad de días que corresponda.

En los **días normales**, para la entrega hay 2 resultados posibles:

Ecuación 15

$$\lambda_t^i = \begin{cases} 0 \\ \pi_t^i * \kappa \end{cases}$$

Donde:

$\lambda_t^i = 0$  cuando  $INV_{t-1}^i > \gamma_t^i$ , o es día sin transporte.

$\lambda_t^i = \pi_t^i * \kappa$  cuando  $INV_{t-1}^i \leq \gamma_t^i$ , siendo  $\pi_t^i$  el entero que resulta de truncar  $\left(\frac{\beta_{t-1}^i + DEM_t^i}{\kappa}\right)$ .

En los **días especiales**, cuando  $I_{t-1}^i \leq \gamma_t^i$ , se debe tomar  $\lambda_t^i = \beta_{t-1}^i + DEM_t^i$ .

El cálculo de la secuencia  $\lambda_t^i$ , para los sucesivos días  $t$  del período considerado, se realiza mediante un algoritmo de programación.

### 3. Determinación de rutas de entrega de lotes programados

A la determinación de los programas de entrega diaria en cada estación le sigue la determinación de los viajes de camión necesarios para atender tal programación. En función de las distancias que recorren, los vehículos pueden hacer varios viajes en el mismo día laborable, realizando varias entregas.

A partir de los pedidos  $\lambda_t^i$  de cada estación de servicio en cada día, se determina el número de viajes totales que los camiones cisterna deben efectuar cada día. Se considera el tiempo que al camión le toma recorrer desde la planta de almacenamiento de origen hasta cada estación de servicio y volver a la planta y los tiempos relacionados con las transacciones de carga en las plantas de almacenamiento y de descarga en las estaciones de servicio. Para cuantificar el tiempo de los recorridos es necesario calcular la distancia del trayecto respectivo, teniendo en cuenta que para una operación eficiente la distancia agregada a recorrer por todos los camiones cisterna debe ser la mínima en cada día.

Para lograr dicha minimización, la red de distribución secundaria es representada en un modelo de optimización que considera las distancias de las rutas que combinan a las plantas de almacenamiento como origen y las estaciones de servicio como destino. A

partir de esa matriz de distancias, un modelo de programación lineal minimiza la suma de las distancias recorridas sujeta a la condición de que la suma de los volúmenes transportados desde cada planta de almacenamiento sean menores a la capacidad disponible en la planta, y que las cantidades entregadas en cada estación de servicio sean suficientes para satisfacer el programa de entregas. A continuación se describen las ecuaciones del modelo de optimización.

El objetivo para cada día  $t$  consiste en minimizar la distancia recorrida desde las plantas de almacenamiento para abastecer los lotes de cada estación de servicio en cada día:

Ecuación 16

$$\text{Min} \sum_{i,j} d_{i,j} * \psi_{i,j}^t$$

Donde:

La variable de decisión  $\psi_{i,j}^t$ , es el volumen transportado entre la planta de almacenamiento  $j$  y la estación de servicio  $i$  el día  $t$ .

Los coeficientes en la función objetivo,  $d_{i,j}$  corresponden a la distancia entre la planta de almacenamiento  $j$  y la estación de servicio  $i$ .

La optimización está sujeta a cumplir con las restricciones definidas en las siguientes ecuaciones:

Ecuación 17

Para toda  $\varepsilon_i$ :

$$\sum_j \psi_{i,j}^t = \lambda_t^i$$

Donde:

$\lambda_t^i$  es la secuencia de entregas determinada en la Ecuación .

Respecto a las plantas de almacenamiento, para toda  $j$  debe cumplirse que:

Ecuación 18

$$\sum_i \psi_{i,j}^t \leq \theta_j$$

Donde:

$\theta_j$  es la capacidad disponible para entrega de producto en la planta  $j$ . Esta cota podrá corresponder a restricciones físicas de la capacidad de almacenamiento o de condiciones contractuales del suministro.

El modelo planteado de acuerdo con las ecuaciones anteriores es un problema de optimización lineal cuyo conjunto de soluciones factibles no es vacío y, por lo tanto, existe una solución óptima para cada día  $t$ , que define el volumen óptimo para transportar en viajes de camiones cisterna con destino en la estación de servicio  $i$  con origen en la planta de almacenamiento  $j$ , en cada día específico, lo que está expresado en la ecuación siguiente:

Ecuación 19

$$\bar{\psi}_{i,j}^t = \text{valor optimo} (\psi_{i,j}^t)$$

La variable optimizada de la ecuación anterior puede ser re-expresada con un cambio de unidades en términos de la capacidad de camiones cisterna de acuerdo con la ecuación siguiente:

Ecuación 20

$$\phi_{i,j}^t = \frac{\bar{\psi}_{i,j}^t}{K}$$

Esta variable es una representación del número de viajes en camiones cisterna que es necesario en el día  $t$  para ejecutar la distribución secundaria entre las distintas plantas de almacenamiento y las estaciones de servicio.

A partir de esta variable y sus atributos, es decir la combinación asociada de origen y destino, en el punto siguiente se calculan los tiempos de tránsito, así como las operaciones de carga y descarga. Con base en estos tiempos se calcula el número de vehículos necesarios para realizar los viajes requeridos en cada día.

#### 4. Tiempos de atención y cantidad de camiones cisterna

Una vez determinado el número de camiones cisterna necesarios para atender el programa de pedidos con la ruta de distancia mínima, es preciso determinar cuántos viajes son posibles en cada día dados los trayectos óptimos estimados con el modelo de programación lineal.

El cálculo de los tiempos debe tomar en cuenta horarios de atención en cada una de las plantas de almacenamiento, los ritmos de carga y descarga, tiempos de trámite, las velocidades máximas en territorio urbano y no urbano, así como el desempeño en velocidad de los camiones cisterna cuando están cargados (en dirección a los puntos de venta) y cuando no lo están en su camino de regreso.

El tiempo total de recorrido  $\rho_{i,j}$  (medido en horas) queda definido de acuerdo con la ecuación siguiente:

Ecuación 21

$$\rho_{i,j} = \frac{d_{i,j}}{vel_{cargado}(\pi_j, \varepsilon_i)} + carga(\pi_j) + descarga(\varepsilon_i) + \frac{d_{i,j}}{vel_{descargado}(\pi_j, \varepsilon_i)}$$

Donde:

$vel_{cargado}(\pi_j, \varepsilon_i)$  es la velocidad hipotética con la que un camión cisterna cargado recorre la distancia existente entre la planta de almacenamiento  $\pi_j$  y la estación de servicio  $\varepsilon_i$ .

$carga(\pi_j)$  es el tiempo de carga de un camión cisterna y el tiempo de transacción asociado a este cambio de custodia de los combustibles en la planta de almacenamiento  $\pi_j$ .

$descarga(\varepsilon_i)$  es el tiempo de descarga de un camión cisterna y el tiempo de transacción asociado a este cambio de custodia de los combustibles en la estación de servicio  $\varepsilon_i$ .

$vel_{descargado}(\pi_j, \varepsilon_i)$  es la velocidad hipotética con la que un camión cisterna descargado recorre la distancia existente entre la estación de servicio  $\varepsilon_i$  y la planta de almacenamiento  $\pi_j$ .

La variable velocidad considera el tipo de zona de tránsito (urbana o no urbana) y los límites de velocidad aplicables a dichas zonas.

El número de viajes posibles en un día particular desde la planta  $j$ , depende del horario hábil efectivo para la conducción de un camión cisterna por parte de su chofer. Este horario resulta de la suma de las horas en que opera la respectiva planta de almacenamiento  $j$  más un tiempo extra posterior al cierre de dicha planta.

Ecuación 22

$$H_j = ho_j + hx_j$$

Donde:

$ho_j$  es el horario operativo asociado en la planta de almacenamiento  $j$ .

$hx_j$  es el horario de trabajo extra posterior al cierre de la planta de almacenamiento  $j$ .

El número de camiones cisterna necesarios resulta del producto de la cantidad de viajes  $\phi_{i,j}^t$  por el tiempo de recorrido de la ruta que va de la planta de almacenamiento  $j$  a la estación de servicio  $i$ ,  $\rho_{i,j}$ , expresado en fracciones del horario disponible en esa planta. Este cálculo es mostrado en la ecuación siguiente:

Ecuación 23

$$ncc_{i,j}^t = \phi_{i,j}^t * \frac{\rho_{i,j}}{H_j}$$

El número total de camiones cisterna necesarios en un día  $t$  para atender la distribución secundaria de la totalidad de estaciones de servicio resulta de la ecuación siguiente:

Ecuación 24

$$NCC^t = \sum_{i,j} ncc_{i,j}^t$$

Como las cantidades demandadas en cada punto de venta varían en el tiempo  $t$ , también varía el número  $NCC^t$  de camiones necesarios. La estacionalidad, la dispersión geográfica y la distribución heterogénea de los consumos hacen imposible tener una flota fija que opere con toda su capacidad en todo momento. Teniendo en cuenta que los tractores de los camiones tienen usos alternativos y por ende no necesariamente quedan ociosos fuera del pico de demanda de transporte, mientras que las cisternas sí son un activo específico, se toma como referencia la cantidad promedio más una desviación estándar. La determinación de la flota de camiones de referencia para el cálculo del flete de la distribución secundaria resulta de la ecuación siguiente:

Ecuación 25

$$NCC = \text{Promedio}_{sobre t}(NCC^t) + \text{Desviación Estandar}_{sobre t}(NCC^t)$$

Una vez determinado el tamaño de la flota necesaria para atender los requerimientos de la programación diaria a lo largo del año, a partir del costo mensual nivelado referido en la sección 1 y del volumen promedio de ventas mensuales, es posible construir un costo fijo unitario de la prestación del servicio para la distribución secundaria.

## 5. Costos variables de la distribución secundaria

El costo variable del transporte por camión cisterna es calculado a partir de los conceptos necesarios para su operación cotidiana. Tales costos son función del nivel de operación medido con las distancias recorridas y con el tiempo de manejo.

La **distancia recorrida** debe tomar en cuenta el viaje con carga desde la planta de almacenamiento  $j$  hacia la estación de servicio  $i$  y el desplazamiento del camión cisterna sin carga desde la estación de servicio hacia una planta de almacenamiento para recibir un nuevo lote a repartir. Considerando que el viaje de vuelta es a la misma planta de origen, la distancia de la ruta correspondiente  $d_{i,j}$  es recorrida 2 veces (ida y vuelta), tantas veces como los viajes realizados  $\phi_{i,j}^t$  de acuerdo con la Ecuación. La distancia total  $\Delta$  resulta de acumular este producto para todas las rutas óptimas y a lo largo del tiempo, de acuerdo a la ecuación siguiente:

Ecuación 26

$$\Delta = \sum_{t,i,j} 2 * d_{i,j} * \phi_{i,j}^t$$

El **consumo de combustible** en cada trayecto se calcula en base a las distancias recorridas y los rendimientos aplicables, que distinguen la velocidad en el viaje de ida (camión cargado) y el viaje de vuelta (camión descargado) en las rutas que conectan las plantas de almacenamiento  $j$  con las estaciones de servicio  $i$ . El consumo de combustible queda definido en la ecuación siguiente:

Ecuación 27

$$comb_{i,j} = \frac{d_{i,j}}{ren\left(vel_{cargado}(\pi_j, \varepsilon_i)\right)} + \frac{d_{i,j}}{ren\left(vel_{descargado}(\pi_j, \varepsilon_i)\right)}$$

Donde:

$ren\left(vel_{cargado}(\pi_j, \varepsilon_i)\right)$  es el rendimiento de combustible (kilómetros por litro) en función de la velocidad ejercida por el camión cisterna cuando recorre cargado la ruta que va de la planta de almacenamiento  $j$  a la estación de servicio  $i$ .

$ren\left(vel_{descargado}(\pi_j, \varepsilon_i)\right)$  es el rendimiento de combustible (kilómetros por litro) en función de la velocidad ejercida por el camión cisterna cuando recorre descargado la ruta que va de la estación de servicio  $i$  a la planta de almacenamiento  $j$ .

Para cada día  $t$ , el consumo de combustible efectivo resulta de la lotificación específica de las rutas utilizadas, medida en términos de la capacidad de los camiones cisterna. Este consumo es función de la combinación origen-destino de las rutas óptimas utilizada en cada tiempo:

Ecuación 28

$$consumo_{i,j}^t = \phi_{i,j}^t * comb_{i,j}$$

Con  $\phi_{i,j}^t$  como en la Ecuación 20 y  $comb_{i,j}$  como en la Ecuación 27.

Además del costo variable de combustible se calculan los costos variables de mantenimiento y reposición de neumáticos en base a la distancia recorrida, y los costos laborables asociados al tiempo trabajado.

El **tiempo diario**  $Horas_t$  asociado a las actividades de la distribución secundaria, expresado en horas, resulta del producto de los volúmenes transportados óptimamente en el tiempo  $t$ , expresados en términos de capacidad de camiones cisterna por el tiempo de recorrido. Se calcula en la ecuación siguiente:

Ecuación 29

$$Horas_t = \sum_{i,j} \phi_{i,j}^t * \rho_{i,j}^t$$

Con  $\phi_{i,j}^t$  como en la Ecuación 20 y  $\rho_{i,j}^t$  como en la Ecuación 21.

El **costo anual de mantenimiento**  $CA^\mu$  resulta de la expresión siguiente:

Ecuación 30

$$CA^\mu = Costo^\mu \sum_t \frac{\Delta}{\Delta^\mu}$$

Donde:

$Costo^\mu$  es el costo por evento de mantenimiento de un camión cisterna.

$\Delta^\mu$  es la distancia recorrida acumulada que detona un mantenimiento de un camión cisterna.

$\Delta$  como en la Ecuación 26.

Análogamente, el **costo anual de reposición de neumáticos** puede calcularse a partir de la ecuación siguiente:

Ecuación 31

$$CA^v = Costo^v \sum_t \frac{\Delta}{\Delta^v}$$

Donde:

$Costo^v$  es el costo de reposición de neumáticos de un camión cisterna.

$\Delta^v$  es la distancia recorrida acumulada que detona una reposición de neumáticos de un camión cisterna.

$\Delta$  como en la Ecuación 26.

El **costo anual de combustible**  $CA^{fuel}$  resulta de la expresión siguiente:

Ecuación 32

$$CA^{fuel} = \sum_{t,i,j} consumo_{i,j}^t * pc_t$$

Donde:

$pc_t$  es el precio del combustible utilizado por los camiones cisterna en el tiempo  $t$ .  
 $consumo_{i,j}^t$  como en la Ecuación 28.

El **costo anual laboral**  $CA^{laboral}$  resulta de la siguiente ecuación:

Ecuación 33

$$CA^{laboral} = CAS^{laboral} + \zeta^{adicional} * CAS^{laboral}$$

Donde:

$CAS^{laboral}$  es el costo anual laboral simple asociado a la operación de camiones cisterna con un solo chofer. En esta ecuación el componente adicional representa la fracción de las horas de operación que implican la participación de 2 choferes a causa de horarios extendidos.

$\zeta^{adicional}$  es la fracción de tiempo insumido por la distribución secundaria en viajes extensos.

El  $CAS^{laboral}$  o costo anual laboral simple resulta a su vez de la Ecuación 34:

Ecuación 34

$$CAS^{laboral} = sh^{laboral} * \zeta^{normal} * \sum_t Horas_t + 2 * sh^{laboral} * \zeta^{adicional} * \sum_t Horas_t + \sum_{l=1}^7 ajuste_l$$

Donde:

$sh^{laboral}$  es el salario por hora de un chofer dedicado al transporte de combustibles en camiones cisterna.

$\zeta^{normal}$  es la fracción de tiempo insumido por la distribución secundaria en viajes de duración y distancia normal.

$Horas_t$  como en la Ecuación 29.

$ajuste_1$  es el ajuste salarial por las funciones de cobranza del chofer, calculado usando el coeficiente  $c_1$  conforme a la Ecuación .

$ajuste_2$  es el ajuste salarial por el transporte de cargas peligrosas calculado usando el coeficiente  $c_2$  conforme a la Ecuación .

$ajuste_3$  es el ajuste salarial por viáticos para el chofer, calculado usando los coeficientes  $c_{31}$  y  $c_{32}$  conforme a la Ecuación .

$ajuste_4$  es el ajuste por prima salarial para el chofer, calculado usando el coeficiente  $c_4$  conforme a la Ecuación .

Ecuación 35

$$ajuste_1 = c_1 * sh^{laboral} * \zeta^{normal} * \sum_t Horas_t$$

Ecuación 36

$$ajuste_2 = c_2 * sh^{laboral} * \zeta^{normal} * \sum_t Horas_t$$

Ecuación 37

$$ajuste_3 = c_{31} * \left( \sum_{i,j,t} \phi_{i,j}^t \mid \text{cuando } \frac{\rho_{i,j}^t}{H_j} < 1 \right) + c_{32} * \left( \sum_{i,j,t} \phi_{i,j}^t \mid \text{cuando } \frac{\rho_{i,j}^t}{H_j} \geq 1 \right)$$

Ecuación 38

$$ajuste_4 = c_4 * sh^{laboral} * \zeta^{normal} * \sum_t Horas_t$$

Ecuación 39

$$ajuste_5 = aguinaldo + licencia + vacaciones$$

Ecuación 40

$$ajuste_6 = jubilacion + seguro + fondo$$

Ecuación 41

$$ajuste_7 = costo suplente$$

La integración de todos los costos variables de la distribución secundaria aplicable al volumen transportado queda definida con la ecuación siguiente:

Ecuación 42

$$cvds = \frac{CA^{\mu} + CA^v + CA^{fuel} + CA^{laboral}}{\sum_{i,t} DEM_t^i}$$

## 6. Determinación del cargo medio de flete por unidad de volumen

El cargo medio de flete de distribución secundaria integra costos fijos y variables a partir de la construcción de cargos que asignan tales costos al volumen transportado en un periodo determinado.

En la integración del costo fijo, el **costo anual total de la distribución secundaria CATDS** resulta del producto del requerimiento de ingresos anual nivelado expresado en la Ecuación 8 y el tamaño de flota adecuada determinada con la Ecuación 25.

Ecuación 43

$$CATDS = RI_{anual}^{nivelado} * NCC$$

El **cargo fijo unitario CFU** aplicable al volumen transportado resulta de asignar homogéneamente el costo anterior entre el volumen de ventas total de todas las estaciones de servicio  $i$ . El cargo fijo unitario de la distribución secundaria aplicable al volumen transportado queda definido con la ecuación siguiente:

Ecuación 44

$$CFU = \frac{CATDS}{\sum_{i,t} DEM_t^i}$$

Donde:

$\sum_{i,t} DEM_t^i$  es la demanda anual en todas las estaciones de servicio  $i$

En la integración del costo variable, los cargos volumétricos son los determinados en la Ecuación . El **cargo de flete de la distribución secundaria CFDS**, por unidad de volumen, queda definida con la ecuación siguiente:

Ecuación 45

$$CFDS = CFU + cvds$$

## ANEXO II – Flete secundario - Premisas para el cálculo

### 1. Costos fijos y variables por camión cisterna

Costos fijos	Costos variables
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costos asociados con el camión cisterna.</li> <li>• Costos fijos de mantenimiento del camión cisterna.</li> <li>• Gastos de seguros del camión y equipos.</li> <li>• Gastos de supervisión de equipos relacionados.</li> <li>• Gastos administrativos (oficinas, comunicaciones, tecnologías de la información).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costos de combustibles.</li> <li>• Costos asociados al salario y beneficios de conductores de camiones cisterna.</li> <li>• Costos variables de mantenimiento del camión cisterna.</li> <li>• Costos de neumáticos.</li> </ul>

Los costos fijos están asociados con el mero transcurrir del tiempo, mientras que los variables están asociados a la utilización de los camiones cisterna y de las distancias recorridas.

#### a. Costos operativos

Costos Operación y Mantenimiento				
	<b>Fijos:</b> $OPEX_t^{fijo}$	<b>Variables</b>		
Escenario	Seguros, permisos, licencias (USD al año)	Mantenimiento y refacciones (USD por evento y kilometraje)	Neumáticos (USD por evento y kilometraje)	Costo laboral (USD por hora)

#### b. Depreciación

Datos requeridos:

- Valor inicial,
- Vida útil,
- Valor residual del vehículo.

Se asume un método de depreciación lineal.

### c. Rendimiento

Datos requeridos:

- Costo de capital: Tasa de Costo de Capital WACC,
- Estructura de financiamiento,
- Retorno requerido de capital propio y retorno requerido para retribuir la financiación con deuda.

### d. Impuestos

Datos requeridos:

- Tasa vigente para el Impuesto a la Renta.

## 2. Determinación de lotificación para definir el plan de entregas diarias

Datos requeridos:

- Demanda de cada estación de servicio expresada en términos diarios para un período anual,
- Capacidad de almacenamiento conjunta para cada una de estas,
- Su ubicación geográfica,
- Distancia a cada planta de abastecimiento.
- Días en los que no se realizan entregas de combustibles y
- Restricción: la cantidad máxima de entrega diaria en cada planta de distribución primaria.

## 3. Tiempos de atención de la lotificación óptima diaria con camiones cisterna

Datos requeridos de las condiciones de operación
Disponibilidad de plantas de almacenamiento.
Días y horarios de operación en plantas de almacenamiento.
Tiempo de trámites en planta de almacenamiento, horario congestionado / horario no congestionado (en proporción al tiempo de carga).
Ritmos de carga (m <sup>3</sup> por minuto).

Datos requeridos de las condiciones de operación
Ritmos de descarga (m <sup>3</sup> por minuto).
Distancia Urbana alrededor de cada planta (km).
Velocidad de recorrido (fracción de velocidad máxima):
Camión cargado.
Camión descargado.
Tiempo extra habilitado después del cierre de la planta de almacenamiento.

#### 4. Costos variables de la distribución secundaria

Datos requeridos:

- Costos salariales,
- Costos de mantenimiento,
- Costos de neumáticos,
- Costos de consumo de combustible.

## ANEXO III - Flete secundario - Valores imputados, resultados intermedios y finales

### 1. Requerimiento de ingresos por camión cisterna

Se tomaron valores internacionales de referencia con ajustes a la experiencia uruguaya.

#### a. Costos operativos

Costos de operación y mantenimiento:

	<i>fijo</i> $OPEX_t$	<i>variable</i> $OPEX_t$				
<b>Concepto</b>	Seguros, permisos, licencias	Mantenimiento y refacciones		Neumáticos		Costo laboral (Pesos uruguayos por hora)
<b>Unidad</b>	(USD al año)	(USD por evento)	kilometraje	(USD por evento)	kilometraje	
<b>Valor</b>	11.928 <sup>i</sup>	3.086 <sup>ii</sup>	20.000	12.000 <sup>iii</sup>	125.000	171,86 <sup>iv</sup>

#### b. Depreciación

Depreciación	Vida útil (años)	Valor original (USD)	Valor reposición (USD)	Depreciación mensual (USD) <sup>v</sup>
La depreciación del camión cisterna es función de: <ul style="list-style-type: none"> <li>• vida útil,</li> <li>• valor original y</li> <li>• valor de reposición</li> </ul>	7 <sup>vi</sup>	177.518 <sup>vii</sup>	0	2.113

#### c. Rendimiento

Para el cálculo de la tasa WACC se asume como fuente de financiamiento solamente el capital propio por lo que la WACC se corresponderá en su totalidad con el rendimiento del capital propio (ROE).

Costo de capital	Participación deuda (%)	Tasa deuda (%)	Participación capital propio (%)	Tasa costo capital (%)	WACC (%)
Las tasas empleadas provienen del ROE informado por Aswath Damodaran (actualizado a enero de 2022) para las actividades de Transportation y Trucking.	0	-	100 %	17,79% <sup>viii</sup>	17,79%

Concepto	Monto anual (USD)
$REND_t$	29.513 (en año 1) 11.467 (en año 5) 20.489 (promedio)

#### d. Impuestos

Se asume una tasa impositiva del 25 %.

Concepto	Monto anual (USD)
$TAX_t$	9.838 (en año 1) 3.822 (en año 5) 6.830 (promedio)

#### e. Requerimiento de ingresos

El costo de servicio de cada camión es nivelado para un periodo de referencia de 5 años (60 meses). En este cálculo, el valor remanente del camión cisterna es descontado como un valor de rescate anticipado al final de la vida útil. La tasa de descuento utilizada es la tasa mensual del costo promedio ponderado de capital.

Requerimiento de ingresos fijo por camión cisterna	Moneda	Requerimiento mensual <u>nivelado</u>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Costos de operación y mantenimiento fijos</li> <li>Depreciación</li> <li>Rendimiento</li> <li>Impuestos</li> </ul>	USD	5.036
	Pesos uruguayos	223.032

## 2. Determinación de lotificación para definir plan de entregas diarias

Se asume que la capacidad típica ( $K$ ) de los camiones cisterna empleados es de  $30 \text{ m}^3$ , dividida en 3 ( $n_k$ ) compartimentos o bodegas de  $10 \text{ m}^3$  ( $\kappa$ ).

Se toman como datos la demanda mensual individual por estación de servicio, en base a las cuales se calcula la demanda diaria dividiendo por la cantidad de días calendario de cada mes. La demanda total anual es de  $1.810.720 \text{ m}^3$ , los valores mensuales se muestran en la siguiente tabla:

### Resumen de los datos de demanda individual diaria (presentación agregada para todas las estaciones por mes)

Mes 1 <sup>er</sup> cuatrimestre 2021	Demanda mensual ( $\text{m}^3$ )	Mes 2 <sup>do</sup> . cuatrimestre 2021	Demanda mensual ( $\text{m}^3$ )	Mes 3 <sup>er</sup> cuatrimestre 2021	Demanda mensual ( $\text{m}^3$ )
Enero	123.979	Mayo	147.892	Septiembre	152.625
Febrero	127.771	Junio	136.847	Octubre	167.242
Marzo	161.734	Julio	154.657	Noviembre	173.562
Abril	139.190	Agosto	137.675	Diciembre (estimado)	187.546

Se considera la capacidad de almacenamiento en tanque de cada estación de servicio. En el escenario asumido de operación de las plantas de distribución los días especiales son los sábados y los umbrales de esos días expresados en el Anexo I se definen de la siguiente manera:

$$\gamma_t^i = 3 * \max_{sobre t}(DEM_t^i)$$

## 3. Determinación de Rutas de entrega de lotes programados

Supuestos:

- Solo se entregan combustibles en las plantas de La Tablada y Paysandú.
- Paysandú opera con una capacidad de entrega diaria correspondiente a 124 mil  $\text{m}^3$  al año.
- Capacidad de entrega diaria sin restricción en La Tablada.
- Distancias de carretera entre las estaciones de servicio y cada planta de distribución primaria.

#### 4. Tiempos de atención y cantidad de camiones cisterna

La variable velocidad considera el tipo de zona de tránsito (urbana o no urbana) y los límites de velocidad aplicables a dichas zonas. La velocidad máxima reglamentaria fuera de zonas urbanas y suburbanas para vehículos que no son livianos u ómnibus es de 80 km/h en carreteras y caminos. En zonas urbanas y suburbanas la velocidad máxima general de circulación es de 45 km/h.<sup>ix</sup>

En la estimación de tiempos de recorrido, las condiciones del vehículo (cargado o no cargado) son consideradas mediante un factor aplicable a la velocidad máxima. En el trayecto de ida, cuando el camión cisterna va cargado, el factor es 75 % mientras que una vez descargado, el factor es elevado a 90 %.

Las velocidades consideradas se presentan en la siguiente tabla:

Velocidad (km/h)	Zona urbana	Zona no urbana
Vehículo cargado	33,75	60
Vehículo descargado	40,5	72

Las condiciones asumidas para la operación de las plantas de distribución primaria y del flete secundario se detallan a continuación:

Resumen de condiciones de operación	Escenario asumido
Disponibilidad de plantas de almacenamiento	La Tablada, Paysandú
Días y horarios de operación en plantas de almacenamiento	Horarios extendidos a 6 días por 16 horas en la Tablada y Paysandú
Tiempo trámites en planta de almacenamiento, horario congestionado / horario no congestionado (en proporción al tiempo de carga)	1 / 1
Ritmos de carga (m <sup>3</sup> por minuto)	1,1
Ritmos de descarga (m <sup>3</sup> por minuto)	0,7
Distancia Urbana alrededor de planta (km) <sup>x</sup>	
La Tablada	10
Paysandú	6
Treinta Tres	3
Durazno	3
Juan Lacaze	2,5
Tiempo extra habilitado después del cierre de la planta de almacenamiento (horas)	2 / 0

En promedio, y en función del escenario planteado, para atender la demanda derivada de la programación de pedidos de distancia mínima, se determina una flota de camiones

cisterna referencia, fija a lo largo del año, de 105 camiones (resultante de adicionar al promedio anual una desviación estándar).

Camiones requeridos	Promedio más una desviación estándar
TOTAL	105

## 5. Costos variables de la distribución secundaria

Los costos variables dependen de la cantidad total de kilómetros recorridos que se desprenden de los cálculos realizados en los pasos anteriores:

Distancia total recorrida (km/año)
16.209.825

El rendimiento en combustible asumido en función de la velocidad a la que se traslada el camión, se representa en la siguiente tabla:

Velocidad (km/hora)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Rendimiento (km/l gasoil)	6,46	6,46	6,46	6,46	6,46	5	4,52	4,04	3,44	3,44

En función de los datos anteriores, los rendimientos aplicables dependiendo de la zona en la que está transitando el camión son los siguientes:

km por litro de gasoil	Camión cisterna descargado	Camión cisterna cargado
En zona urbana	6,46	6,46
En zona no urbana	5	4,52

Con estos supuestos, los costos variables totales anuales resultantes son los siguientes:

Costo anual de mantenimiento	
USD	2.501.176

Costo anual de neumáticos	
USD	1.556.143

A su vez, para calcular el costo anual de combustibles se emplean los siguientes precios:

<b>Histórico, Precios Combustibles</b>			
<b>Fecha</b>	<b>Precio Gasoil 10S</b> (Pesos Uruguay)	<b>Meses de aplicación</b>	<b>Meses en modelación</b>
<b>01/02/2022</b>	65,98	---	---
<b>01/09/2021</b>	64,48	Septiembre, octubre, noviembre, diciembre, 2021	9, 10, 11, 12
<b>31/07/2021</b>	67,87	Agosto 2021	8
<b>01/07/2021</b>	67,87	Julio 2021	7
<b>08/06/2021</b>	67,87	Junio 2021	6
<b>01/01/2021</b>	60,60	Enero, febrero, marzo, abril, mayo, 2021	1, 2, 3, 4, 5

En base a las premisas detalladas anteriormente, el costo anual de combustible es el siguiente:

<b>Costo anual de combustible</b>	
USD	4.804.580

A efectos del cálculo de los costos laborales, se consideran los siguientes coeficientes:

	<b>Coefficientes costos laborales variables</b>
c1	0,1
c2	0,065
c31	192,56 (\$/viaje)
c32	298,03 (\$/viaje)
c4	0,47

Resultando en costos variables laborales anuales:

<b>Costo Variable Laboral</b>	
USD	5.378.686

Dado el tamaño de flota obtenido, el costo fijo unitario resultante es el siguiente:

<b>Costo Fijo Unitario</b>	
USD / m <sup>3</sup>	3,50

Teniendo en cuenta los costos variables totales detallados anteriormente y los volúmenes demandados, se arriba al siguiente costo variable volumétrico:

<b>Costo Variable Total (cvds)</b>	
USD/m <sup>3</sup>	7,87

#### 6. Determinación del cargo medio de flete por unidad de volumen

	USD/m <sup>3</sup>	Pesos uruguayos/m <sup>3</sup>
Costo Unitario Variable	7,87	348,32
Costo Fijo Unitario	3,50	155,21
Costo Unitario Total	11,37	503,53

## ANEXO IV – Coeficientes aplicables en la fórmula de actualización del Margen Mayorista

Coeficiente	Índice asociado	Valor
A	IPC: Índice de precios al consumo	0,10
B	PPI: Índice de precios al productor de EE. UU.	0,80
C	IMS: Índice Medio de Salarios	0,04
D	PGo: Precio medio del Gas Oil común sin impuestos	0,06

<sup>i</sup> Monto estimado a partir de información contenida en:

Lesli, A. Ph.D., Murray, D. (2021). *An Analysis of the Operational Costs of Trucking: 2021 Update*.

American Transportation Research Institute [ATRI]. <https://truckingresearch.org>

Williams, N. Ph.D., Murray, D. (2020). *An Analysis of the Operational Costs of Trucking: 2020 Update*.

American Transportation Research Institute [ATRI]. <https://truckingresearch.org>

Glidewell, S., Murray, D. (2019). *An Analysis of the Operational Costs of Trucking: 2019 Update*.

American Transportation Research Institute [ATRI]. <https://truckingresearch.org>

Hoper, A., Murray, D. (2018). *An Analysis of the Operational Costs of Trucking: 2018 Update*. American

Transportation Research Institute [ATRI]. <https://truckingresearch.org>

<sup>ii</sup> Estimación de costos a partir de información contenida en (ATRI, 2018, 2019, 2020 y 2021).

Respecto a tal valor de referencia, su determinación toma en cuenta el contenido de los documentos siguientes:

Davis, E. (30 de marzo de 2022). *How Many Miles Can a Semi Truck Last? Vehicle Freak*.

<https://vehiclefreak.com/how-many-miles-can-a-semi-truck-last/>

DiPasquale Moore. (16 de marzo de 2021). *How often should a truck be serviced?* [Página Web].

<https://www.dmlawusa.com/blog/>

TEC Equipment. *Semi-Truck Service Intervals*. [Página Web].

<https://www.tecequipment.com/service/truck-service-intervals/>

Cargomatic. Insights. *Truck Maintenance*. [Página Web]. <https://cargomatic.com/blog/insights/truck-maintenance/>

Diesel Performance Specialist. Wefixdieseltrucks. *Truck Maintenance: How Often Should Your Diesel Truck Get a Maintenance Check?* [Página Web]. <https://wefixdieseltrucks.com/truck-maintenance-how-often-should-your-diesel-truck-get-a-maintenance-check/>

El promedio de los intervalos de distancia mencionados es 13,571 millas, lo que equivale a 21,841 km. A efecto de tener una cifra redondeada, la referencia utilizada es 20,000 km.

<sup>iii</sup> La estimación de este monto es el producto del total de número de ruedas de un camión cisterna por el costo típico de un neumático para camión. El número supuesto de ruedas es 18 neumáticos. El costo promedio es de 667 USD por neumático. La información de costos y tiempos de reemplazo utilizada proviene del material siguiente. Para este parámetro, la extensión de la vida útil de los neumáticos

mediante el regrabado no es considerada.

Green Towing, Los Angeles. Roadside Assistance. *How Long Can Your Commercial Truck Tires Last?*

[Página Web]. <https://greentowing-losangeles.com>

LubeZone. Blog. (18 de agosto de 2020). *How Long Do Semi-Truck Tires Last?* [Página Web].

<https://www.lubezone.com/blog/how-long-do-semi-truck-tires-last/>

Eusebio, D. Tire Hungry. *Education. How Long Do Semi-Truck Tires Last?* (2022 Updated) [Página Web].

<https://tirehungry.com/how-long-do-semi-truck-tires-last/>

Driver Knowledge Test. Advice. *How long do truck tyres last?* [Página Web].

<https://www.driverknowledgetests.com/resources/how-long-do-truck-tyres-last/>

Business Vans. Industry articles. (26 de agosto de 2020). *What is the average lifespan for commercial vehicle tyres?* [Página Web].

<https://businessvans.co.uk/industry-articles/what-is-the-average-lifespan-for-commercial-vehicle-tyres/>

Reading Truck. Blog. (26 de abril de 2018). *7 Areas to Consider When Buying Semi Truck Tires* [Página Web].

<http://www.semiservice.com/blog/buying-semi-truck-tires/>

Eyerly, D. Big Rig Pros. *How Much Do Semi Truck Tires Cost* [Página Web].

<https://bigrigpros.com/how-much-do-semi-truck-tires-cost/>

<sup>iv</sup> Uruguay. Poder Ejecutivo. Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. Decreto N° 463/021 (10 de enero de 2022). Fíjense los montos mínimos de los salarios por categoría laboral y actualízanse las remuneraciones de los trabajadores comprendidos en el Grupo de Consejos de Salarios N° 13

"Transporte y Almacenamiento", Sub-grupo 07 "Transporte Terrestre de Carga Nacional. Todo tipo de transporte de carga para terceros, exceptuando los mencionados en otros grupos. Servicios de auto elevadores, grúas y equipos de movilización de carga con chofer y operador". IMPO, Centro de Información Oficial [Página Web]. <https://www.impo.com.uy/bases/decretos-originales/463-2021>

Alternativamente, para la determinación del costo horario laboral, el salario mínimo por hora resultante del Decreto 454/021, 96.82 pesos uruguayos es convertido a dólares a partir de la cotización promedio observada en diciembre de 2021 (44.32 pesos por dólar). Este salario horario es modulado por un factor calculado de la relación del costo laboral observado con el salario mínimo en Estados Unidos de América de acuerdo con los datos en (ATRI, 2018, 2019, 2020 y 2021).

<sup>v</sup> Valores resultantes de la aplicación de la Ecuación 2 y Ecuación 3.

<sup>vi</sup> Parámetro estimado a partir de información contenida en (ATRI, 2018, 2019, 2020 y 2021).

<sup>vii</sup> Costo de inversión estimado con datos contenidos en (ATRI, 2018, 2019, 2020 y 2021).

<sup>viii</sup> Monto estimado a partir de información contenida en:

Damodaran, A. Damodaran Online. (5 de enero de 2022). *Return on equity. US companies.* [Página Web].

[http://people.stern.nyu.edu/adamodar/New\\_Home\\_Page/home.htm](http://people.stern.nyu.edu/adamodar/New_Home_Page/home.htm)

Damodaran, A. (5 de julio de 2021). *Country Risk: Determinants, Measures and Implications – The 2021 Edition.* Stern School of Business. <https://ssrn.com/abstract=3879109>

<sup>ix</sup> Uruguay. Reglamento Nacional de Circulación Vial. Decreto N° 118/984 (23 de marzo de 1984).

*Capítulo XIII, De las velocidades.* IMPO, Centro de Información Oficial [Página Web].

<https://www.impo.com.uy/bases/decretos-reglamento/118-1984/13>

<sup>x</sup> Google Earth. (s.f.) [Mapa de Google Earth con un círculo con centro en plantas de almacenamiento].

Recuperado abril de 2022 con la aplicación.

Con los mapas extraídos de Google Earth son determinados círculos que contienen la mancha urbana a efecto de estimar la distancia en zona urbana de las rutas que tienen como origen cada planta de almacenamiento.

Para "La Tablada", círculo de 10 km de radio.	Para "Paysandú", círculo de 6 km de radio.
---	--

